

UJI PERFORMA SERAT BATANG PINANG RAJA MENJADI KOTAK SPEAKER TIPE SINGLE REFLEX BANDPASS DENGAN Matrik POLIURETAN DAN GIPSUM

PERFORMANCE OF FIBER ROD ROYSTONEA REGIA TO GENERATED THE SPEAKER BOX SINGLE REFLEX BANDPASS BY USING A POLYURETHANE AND GYPSUM MATRIX

Muhammad Iqbal Harapan Muslim Siregar, Ikhwanasyah Isranuri, Basuki Wirjosentono
e-mail : iqbal.usb1988@gmail.com,

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja penyerapan suara di dalam kotak speaker jenis tunggal refleksi *bandpass* batang serat palem raja dengan matriks polyurethane dan gypsum. Variabel penelitian adalah perubahan frekuensi menjadi 3 jenis yaitu, 125, 250 dan 500 Hz maka perubahan tekanan suara menjadi 10 jenis yaitu, 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 dan 16000 Hz. Membuat bahan penelitian dimulai dengan memotong batang palem raja, membelah, pengeringan, mengambil serat, memotong, pencampuran, pengayakan, membuat tiga jenis cetakan berbentuk lembaran, pencampuran polyurethane dengan gypsum dan spesimen mencetak. Bahan-bahan pembuatan box penelitian tunggal refleksi Jenis *bandpass* speaker yang kemudian diuji dengan metode ruang dengung dan tekanan suara (SPL). Dari uji kinerja suara hasil itu disimpulkan untuk penyerapan tertinggi suara pada frekuensi 500 Hz dengan nilai 0,8514 yang termasuk ke dalam kelas B sesuai dengan nilai-nilai standar yang diizinkan oleh ISO 11654 (1997) dan tekanan suara (SPL) tertinggi pada frekuensi 125 Hz dengan nilai 75,8 dB yang merupakan bukti bahwa bass speaker berjenis alat pendukung (frekuensi rendah). Sedangkan nilai tekanan suara (SPL) dalam lingkaran pada sumbu X, Y dan Z diperoleh nilai rata-rata tertinggi 57 dB pada Y3 sumbu dan nilai rata-rata terendah 51,59 dB pada X2 sumbu.

Kata kunci: palem raja, poliuretan, gypsum, kotak tunggal jenis refleksi *bandpass* speaker, koefisien penyerapan suara, tekanan suara (sound pressure level).

ABSTRACT

This research is directed to test the performance of sound absorption in speaker box single reflex bandpass types of fiber rod roystonea regia with a polyurethane matrix and gypsum. The variables of this study changes the frequency into 3 types namely, 125, 250 and 500 Hz then the sound pressure changes into 10 types namely, 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 and 16000 Hz. Making materials research begins by cutting the stem roystonea regia, splitting, drying, taking fiber, chopping, blending, sifting, make three types of sheet-shaped mold, mixing polyurethane with gypsum and scored specimens. Making materials research box single reflex bandpass type speakers which are then tested by the method of reverberation chamber and the sound pressure (SPL). From the sound performance test results it was concluded for the highest sound absorption at a frequency of 500 Hz with a value of 0,8514 which is included into class B in accordance with the standard values allowed by the ISO 11654 (1997) and sound pressure (SPL) is highest at a frequency of 125 Hz with value of 75,8 dB which is evidence that the speaker manifold support tool bass (low frequency). While the value of the sound pressure (SPL) in a circle on the axes X, Y and Z obtained the highest average value of 57 dB on the axis Y3 and the lowest average value of 51,59 dB on axis X2.

Keywords : roystonea regia, polyurethane, gypsum, box single reflex bandpass type speaker, sound absorption coefficient, sound pressure (sound pressure level).

PENDAHULUAN

Merancang ruangan yang mana salah satu fungsi utama ruangan tersebut adalah mendengarkan suara, seperti studio rekaman, auditorium, gedung konser, home theater, ruang rapat, kelas sekolah, tempat kerja, ruang industri, dan sebagainya, kita harus memperhatikan aspek akustiknya. Apabila rancangan tersebut tidak memperhatikan aspek akustik, maka dapat dipastikan fungsi ruangan tersebut menjadi gagal. Beberapa kejadian akustik yang terjadi di sebuah ruangan adalah *reflection* (pantulan), *absorbtion* (penyerapan), *diffusion*

(penyebaran), *diffraction* (pembayangan), dan lain-lain. Kejadian akustik tersebut terdengar oleh pendengar sebagai gema (*echo*), dengung (*reverberation*), *bass boomy-flat*, dan lain-lain.

Disamping itu pinang raja (*roystonea regia*) banyak ditemukan hampir diseluruh Indonesia bahkan mampu tumbuh pada ketinggian 1.400 m di atas permukaan laut. Pemanfaatan limbah palem raja di kota medan khususnya hanya dibuang begitu saja apabila telah berumur 10 hingga 15 tahun. Metode pemanfaatan yang dimiliki pinang raja ini hanya sedikit, seperti tanaman hias

di taman perkotaan, pekarangan rumah, kayu bakar (pelepah) di daerah pedesaan dan sebagai pohon penyejuk udara. Pemanfaatan ini masih kurang signifikan jika palem raja yg tumbuhnya diperkotaan itu tidak dimanfaatkan. Jika bekas palem raja yang telah ditebang di daerah perkotaan dikirim ke pedesaan untuk menjadi kayu bakar perlu dipertimbangkan karena tidak berbanding lurus dari segi biaya transportasi dengan kegunaannya.

Pada penelitian ini pembuatan serat dari pinang rajalah yang akan dibuat dan diaplikasikan dari yang hanya sekedar limbah yang dibiarkan membusuk setelah ditebang menjadi kotak speaker.

BAHAN DAN METODE

Penelitian mengenai penggunaan serat batang pinang raja sebagai bahan baku spesimen akustik ini merupakan penelitian awal mengenai potensi serat batang pinang raja sebagai bahan baku akustik. Adapun penelitian ini dirancang sebagai penelitian eksperimental laboratorium. Maka dalam penelitian ini, metode pembuatan dan pembentukan untuk dijadikan bahan penyerap suara berbentuk lembaran yang kemudian diaplikasikan menjadi kotak speaker menjadi metode yang dipilih untuk dijadikan spesimen guna keperluan uji absorpsivitas suara.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Serat batang pinang raja dengan ukuran mesh 32.
2. Gypsum yang digunakan adalah gypsum SNI 15-0129-2004, merk aplus khusus cor.
3. Poliuretan, yang terdiri dari campuran *Polyisocyanate* (PU.A) dan *Polyol compound* (PU.B) sebagai bahan untuk mengikat dan mengembangkan serat batang pinang raja yang ingin dicetak.

Alat-alat dalam pembuatan spesimen

- a. Blender
- b. Screening machine
- c. Timbangan digital (*Electric balance*)
- d. *Drilling machine*

- e. Cetakan spesimen yang terdiri dari 3 jenis, yaitu :

Penampang segi empat dengan panjang 29 cm, lebar 23 cm dan tebal 2 cm.

Penampang segi empat dengan panjang 29 cm, lebar 17 cm dan tebal 2 cm

Penampang segi empat dengan panjang 13 cm, lebar 23 cm dan tebal 2 cm.

- f. Alat pengunci cetakan adalah alat yang menahan kembang dan keluarnya bahan spesimen yang ingin dicetak didalam penampang segi empat tempat cetakan dan alat pengunci ini bukanlah alat yang menekan spesimen karena prinsip dasar spesimen yang ingin dibuat adalah membiarkan spesimen kembang dan membentuk lubang pori-porinya sendiri.

Metode pembuatan spesimen

Batang pinang raja yg sudah ditebang, dibelah, ditempatkan di tempat yg teduh dengan posisi miring. Setelah kering ambil serat bagian dalam batangnya, dicancang, dicuci dengan air dan dikeringkan kembali. Setelah kering dihancurkan dengan blender sampai halus, serat yang diperoleh dipisahkan dengan memakai *screen* ukuran 32 mesh diatas *screening machine*, sehingga diperoleh serat dengan ukuran mesh 32. Dalam pembuatan material akustik ini dikenal 2 istilah bahan yaitu bahan sebagai matrik dan bahan sebagai filler, dalam hal ini serat batang pinang adalah sebagai filler, sedangkan sebagai matrik terdiri dari poliuretan dan gypsum.

Campuran filler dan matrik ini dimasukkan kedalam cetakan yang terbuat dari besi yang dibuat seperti model bingkai yang telah disesuaikan ukurannya. Cetakan spesimen yang akan digunakan untuk membentuk papan yang telah disesuaikan ukurannya terbuat dari besi yang memiliki penampang berbentuk segi empat. Teknik pencetakan digunakan *hand lay up* yakni bahan yang telah dicampur dan diaduk diletakkan kedalam cetakan kemudian diratakan dan pada proses tahap akhir ditutup atau dikunci

dengan alat pengunci cetakan yang telah dialas bagian atas dan bawahnya dengan papan yang rata. Proses pengeringan hanya membutuhkan minimal 20 menit dan maksimalnya 30 menit, kemudian bahan yang dicampur dan diaduk tersebut siap untuk dilepas dari tempat cetakan.

Variabel penelitian

Sesuai dengan maksud penelitian, variabel berikut akan menjadi fokus penelitian yang perlu dikondisikan untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Pengujian absorbtivitas akan melibatkan beberapa variabel yang diamati :

- a. Variabel tetap, yaitu :
 - Volume Amplifire (Vt)
 - Ukuran bahan uji 29x23x17 cm dengan ketebalan 2 cm
 - Ukuran serat menggunakan mesh 32
 - Perbandingan antara matrik (gypsum, PU A dan PU B) dan *filler* (serat)
- b. Variabel bebas, yaitu :
 - Frekwensi (f) yaitu : 150, 250, 500 (Hz)
 - Frekuensi pada pengujian tekanan suara, yaitu : 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 dan 16000 (Hz)

Pengujian koefisien penyerapan suara dan tekanan suara

Pengujian ini menggunakan metode ruang gema yang termasuk dalam pengukuran menggunakan metode tak langsung mengacu pada ISO 354 dan metode langsung dengan menggunakan alat ukur *Sound Pressure Level* (SPL) Bruel & Kjaer Mediator 2238.

1. Metode pengujian ruang gema (pengujian tak langsung) :

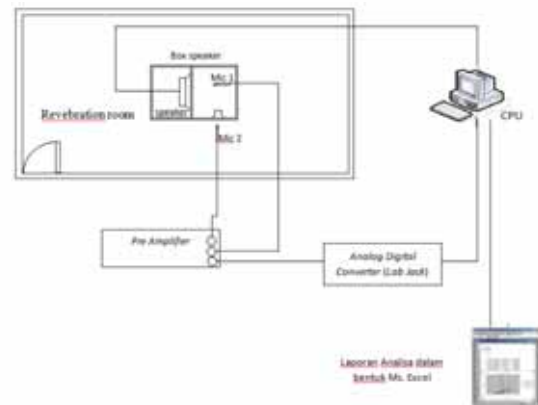
Alat yang digunakan:

Ruangan penyerap suara
1/2" Condenser Microphone
Amplifier
Analog Digital Converter (Labjack)
Computer Personal Unit (CPU)

2. Metode pengujian *Sound Pressure Level* (SPL):

Pengukuran tekanan bunyi (SPL) dengan frekuensi pada kotak speaker yang

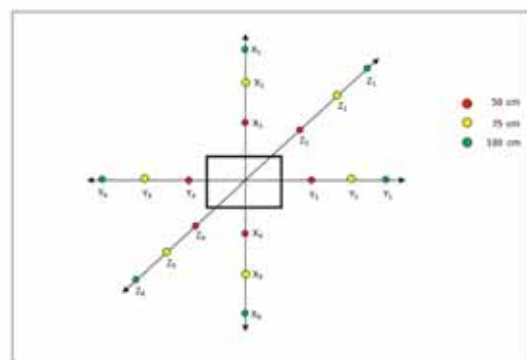
terbuat dari bahan serat batang pinang raja, gipsum dan poliuretan menggunakan *Sound Pressure Level* (SPL) Bruel and Kjaer.



Gambar 1. Rangkaian set up alat uji

Alat yang digunakan:

Ruangan penyerap suara
Mediator 2238 Bruel & Kjaer



Gambar 2. posisi pengukuran intensitas bunyi berdasarkan frekuensi yang telah ditentukan dengan posisi 3 sumbu.

Teknik pengukuran, pengolahan dan analisa data

Pengukuran koefisien serap bunyi dihitung untuk ruang dengung 2 mikropon. Untuk menghitung koefisien serap bunyi digunakan persamaan sebagai berikut :

1. Hitung tekanan suara pada masing-masing mikropon dengan rumus:

$$J_p = W_{ew} \cdot W_{au} \cdot W_{ae}$$

$$J_A = W_{ew} \cdot W_{au} \cdot W_{ae}$$

$$H_{21} = \frac{P_1}{P_2}$$

$$H_{21} = \frac{Ae^{-j k x_1} + Be^{j k x_1}}{Ae^{-j k x_2} + Be^{j k x_2}}$$

2. Hitung faktor refleksi dan koefisien serap bunyi dengan rumus:

$$r = \frac{W_{refl}}{W_{inc}} = \frac{W_{refl}}{W_{inc}}$$

$$\alpha = 1 - r^2$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dilaporkan hasil kegiatan penelitian yang telah dikerjakan oleh peneliti sebelumnya (Warman, 2016) yakni, pengujian rapat massa, pengujian porositas, pengujian serapan suara dengan menggunakan metode tabung impedansi, pengujian termal dan pengujian struktur permukaan yang dijabarkan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mendapatkan nilai terbaik yang kemudian menjadi bahan acuan untuk pembuatan material peredam suara. Dilanjutkan dengan pemilihan mesh dan komposisi serat yang memiliki nilai rata-rata terbaik tanpa mengesampingkan bentuk fisiknya. Kemudian teknik pencetakan yang sesuai dan sederhana untuk pembuatan bahan penyerap suara yang berbentuk lembaran yang kemudian dijadikan kotak speaker. Setelah semua tahapan selesai maka dilakukan pengujian menggunakan metode ruang dengung dan nilai tekanan suara (SPL).

Komposisi pemakaian serat batang pinang raja

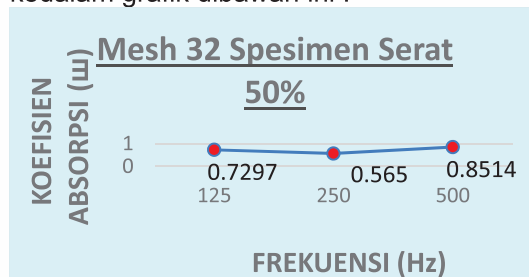
Tabel 1. Komposisi serat batang pinang raja, poliuretan dan gipsum

No.	Serat (gr) tipe cetakan	Poliuretan/Foam Dan Gypsum			Total (gr)
		Poliisosiadat (gr)	Poliol (gr)	Gypsum (gr)	
1.	50 (75)/cetakan 1	22,22 (33,33)	11,11 (16,66)	16,67 (25)	150
2.	50 (95)/cetakan 2	22,22 (42,22)	11,11 (21,11)	16,67 (31,67)	190
3.	50 (120)/cetakan 3	22,22 (53,34)	11,11 (26,66)	16,67 (40)	240

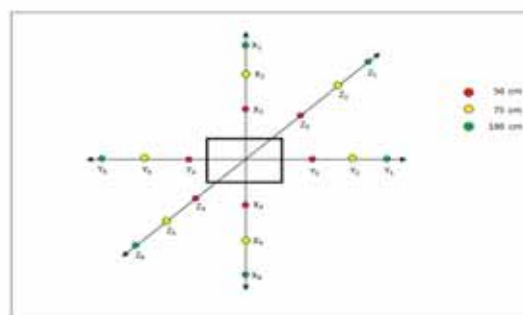
Tabel 2. Hasil pengujian koefisien absorpsi suara spesimen serat batang pinang raja 32 mesh dengan komposisi 50 % serat

No.	Frekuensi	A	B	X ₁	X ₂	k	α
1	125	1.803591	0.937666	0.2750	0.2	2.3432	0.7297
2	250	1.803415	1.189378	0.2750	0.2	4.6865	0.5650
3	500	1.165405	0.449226	0.2750	0.2	9.3731	0.8514

Data dari tabel diatas kemudian dibuat kedalam grafik dibawah ini :



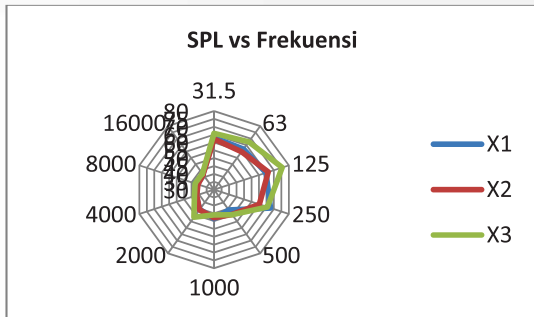
Hasil pengujian intensitas suara dengan sound pressure level (SPL)



Gambar 3. posisi pengukuran intensitas bunyi dengan posisi 3 sumbu.

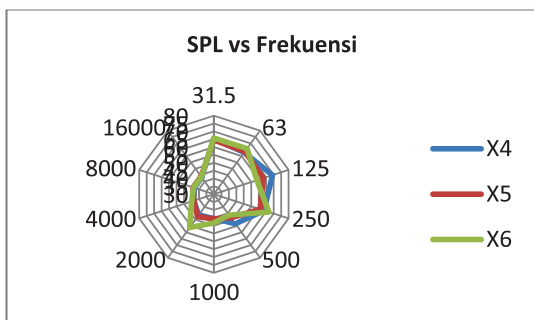
Tabel 3. Hasil pengujian intensitas bunyi berdasarkan frekuensi dengan posisi 3 sumbu :

Posisi	Frekuensi										Rata-rata (dB)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	
X1	63,1	61,9	64,7	67,7	46	48,5	45,5	42	42,8	42,1	52,43
X2	62,2	59,7	66,2	60,3	49,5	47,9	45,8	41,6	40,8	41,9	51,59
X3	65,8	67,6	75,5	65,7	49,7	46,1	51,7	43,1	42,7	42,6	55,05
X4	65,2	62,8	69,2	63,6	53,3	45,5	46,4	43,5	43,1	43,2	53,58
X5	64,5	63,5	63,1	61	48,5	45,7	47,6	43,4	43,9	43,9	52,51
X6	65,8	65,9	58,8	66,8	46,4	48,3	56,3	44,8	43,6	43,5	54,02
Y1	60,4	63,1	62,4	71,7	60	52,5	52,4	53,7	46,6	42,9	56,57
Y2	62,4	60,6	65,9	68,8	54,8	51,3	48,2	46,1	41,6	41,7	54,14
Y3	65,7	64,5	73,5	70,3	60,3	45,4	59,8	44,8	43,9	41,8	57
Y4	64,5	65,4	75	71,1	52,6	55,3	58,9	43,5	41,6	41,3	56,92
Y5	61,4	60,9	68,8	63,9	52	45,5	46,3	43,2	42,8	43,7	52,85
Y6	61,2	63,3	63,6	73,4	47,2	54,9	55,8	43,1	43,9	42,9	54,93
Z1	66,7	65,6	65,6	68,9	46,2	51,8	52,7	45,6	43,7	43,2	55,2
Z2	67,1	62,4	70,2	65,6	52,2	44,6	53,7	47,9	42,4	41,9	54,8
Z3	68,5	64,3	75,5	71,7	51,3	49,9	45,3	42,7	42,9	42,8	55,49
Z4	60,7	64,9	75,8	67,3	43,4	56,9	58,6	42,9	42,2	42	55,47
Z5	59	60,5	72	62	58,2	61	51,7	49,2	42,2	41,8	55,76
Z6	62,6	62,5	71	69,7	52,5	49,6	50,3	46,9	44	42,9	55,2



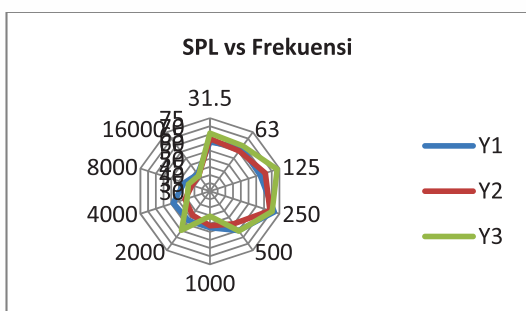
Gambar 4. Grafik hasil pengukuran intensitas bunyi berdasarkan frekuensi yang telah ditentukan pada posisi X₁, X₂ dan X₃.

Grafik diatas menunjukkan nilai tertinggi intensitas bunyi 75,5 dB pada frekuensi 125 Hz dan nilai terendah intensitas bunyi 40,8 dB pada frekuensi 8000 Hz.



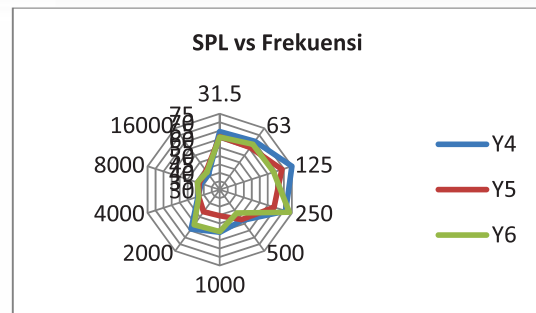
Gambar 5. Grafik hasil pengukuran intensitas bunyi berdasarkan frekuensi yang telah ditentukan pada posisi X₄, X₅ dan X₆.

Grafik diatas menunjukkan nilai tertinggi intensitas bunyi 69,2 dB pada frekuensi 125 Hz dan nilai terendah intensitas bunyi 43,1 dB pada frekuensi 8000 Hz.



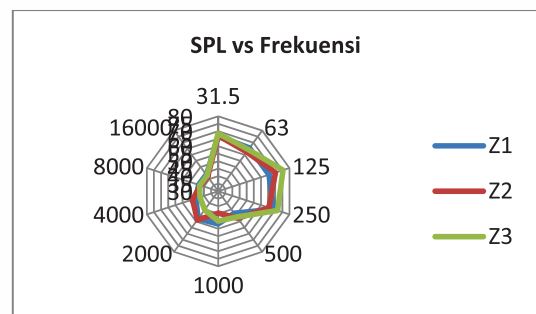
Gambar 6. Grafik hasil pengukuran intensitas bunyi berdasarkan frekuensi yang telah ditentukan pada posisi Y₁, Y₂ dan Y₃.

Grafik diatas menunjukkan nilai tertinggi intensitas bunyi 73,5 dB pada frekuensi 125 Hz dan nilai terendah intensitas bunyi 41,6 dB pada frekuensi 8000 Hz.



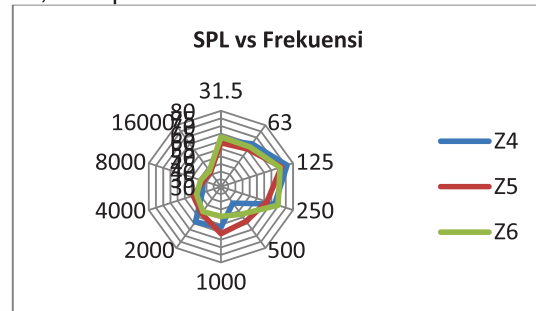
Gambar 7. Grafik hasil pengukuran intensitas bunyi berdasarkan frekuensi yang telah ditentukan pada posisi Y₄, Y₅ dan Y₆.

Grafik diatas menunjukkan nilai tertinggi intensitas bunyi 75 dB pada frekuensi 125 Hz dan nilai terendah intensitas bunyi 41,3 dB pada frekuensi 16000 Hz.



Gambar 8. Grafik hasil pengukuran intensitas bunyi berdasarkan frekuensi yang telah ditentukan pada posisi Z₁, Z₂ dan Z₃.

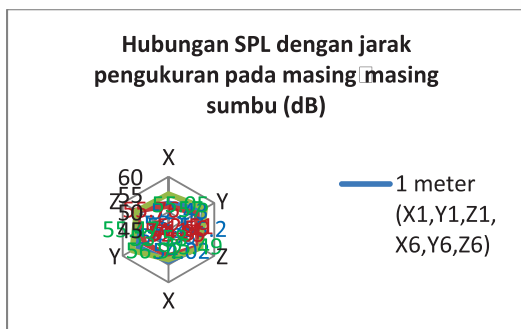
Grafik diatas menunjukkan nilai tertinggi intensitas bunyi 75,5 dB pada frekuensi 125 Hz dan nilai terendah intensitas bunyi 41,9 dB pada frekuensi 16000 Hz.



Gambar 9. Grafik hasil pengukuran tekanan bunyi berdasarkan frekuensi yang telah ditentukan pada posisi Z₄, Z₅ dan Z₆.

Grafik diatas menunjukkan nilai yang terjadi antara frekuensi dengan intensitas bunyi (dB). Nilai tertinggi intensitas bunyi 75,8 dB pada frekuensi 125 Hz dan nilai

terendah intensitas bunyi 41,8 dB pada frekuensi 16000 Hz.



Gambar 10. Grafik hubungan SPL dengan jarak pengukuran pada masing-masing sumbu.

Grafik diatas menunjukkan perbedaan nilai SPL pada masing-masing sumbu yang memiliki 3 jarak yang berbeda, yakni 1 meter dengan sumbu X1,Y1,Z1,X6,Y6 dan Z6, kemudian 0,75 meter dengan sumbu X2,Y2,Z2,X5,Y5 dan Z5, kemudian yang terakhir dengan jarak 0,5 meter dengan sumbu X3,Y3,Z3,X4,Y4 dan Z4. Nilai SPL tertinggi berada pada sumbu Y3 dengan nilai 57 dB dengan jarak pengukuran 0,5 meter dan nilai SPL terendah berada pada sumbu X2 dengan nilai 51,59 dB dengan jarak pengukuran 0,75 meter.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisa yang telah dilakukan dan dilaporkan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan dari hasil penelitian ini, yaitu:

1. Nilai serapan suara tertinggi yang diserap kotak speaker tipe *single reflex bandpass* yang berbahan serat batang pinang raja dengan matrik poliuretan dan gipsum adalah 0,8514 pada frekuensi 500 Hz.
2. Nilai serapan suara tertinggi yang disebutkan diatas termasuk kedalam kelas B dengan *range* 0,8 hingga 0,9 pada frekuensi 500 Hz sesuai dengan nilai standar yang diizinkan oleh ISO 11654 (1997).
3. Dari hasil pengujian *Sound Pressure Level* (SPL) pada material penyerap suara, nilai rata-rata yang tertinggi terdapat pada frekuensi 125 Hz (tabel 4.6) dengan nilai 75 dB yang menjadi bukti bahwa alat pendukung yakni

speaker berjenis *bass* (frekuensi rendah).

4. Hasil yang didapatkan secara melingkar (bola) untuk pengujian tekanan suara (SPL) didapatkan nilai rata-rata tertinggi pada sumbu Y3 dengan nilai 57 dB dengan jarak pengukuran 0,5 meter dan nilai rata-rata terendah berada pada sumbu X2 dengan nilai 51,59 dB dengan jarak pengukuran 0,75 meter.

Saran

Untuk peneliti selanjutnya, diharapkan mampu membuat material akustik yang mengarah pada bahan-bahan automotif seperti, *silencer knalpot*, *catalyst converter* pada knalpot, *machine hood* (kap mesin), ruang mesin genset dan lain-lain untuk mereduksi suara yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- AL-Rahman, Lamyaa, Abd., et al,(2012) *Attenuation of Noise by Using Absorption Materials and Barriers: A Review*, Faculty of Mechanical Engineering, University Technology Malaysia, 81310, Skudai, Johor, Malaysia, Vol. 2 No. 7.
- Arenas, J.P., (2010) *Recent Trends in Porous Sound-Absorbing Materials*, University Austral of Chile, Valdivia, Chile, www.SandV.com, Materials Reference Issue, Sound & Vibration.
- Bies, D.A. and Hansen, C.H (2009), *Engineering Noise Control*, an Theory and practice, Fourth Edition, ISBN 0-203-87240-1 Master e-book ISBN.
- Borwick, John, *Loudspeaker and Headphone Handbook*, 2nd Edition. Edited by John. Focus Press, ISBN 0-240-51371-1.
- Cox, T.J. et al,(1997) *Room Optimizer: A Computer Program to Optimize the Placement of Listener, Loudspeakers, Acoustical Surface Treatment, and Room Dimensions in Critical Listening Rooms*, 103rd Convention of the Audio Engineering Society, Preprint 4555, Paper H-6, New York, September.
- Dekker, M. Inc.,(2001), *Industrial Noise Control and Acoustics*, ISBN: 0-8247-0701-X.